

PATENTANWÄLTE



DR. ULRICH OSTERTAG

DR. REINHARD OSTERTAG

EIBENWEG 10 D-70597 STUTTGART

TEL. +49-711-766845

FAX +49-711-7655701

Anlage und Verfahren zum Trocknen von Gegenständen

Anmelderin: Eisenmann Maschinenbau KG
(Komplementär: Eisenmann-Stiftung)
Tübinger Str. 81

71032 Böblingen

Anwaltsakte: 8728.5

Anlage und Verfahren zum Trocknen von Gegenständen

05

Die Erfindung betrifft eine Anlage zum Trocknen von Gegenständen mit

10 a) einer Trocknerkabine, die mindestens einen Abschnitt aufweist, in welchem die Gegenstände heißer Luft ausgesetzt sind;

15 b) einer Heizeinrichtung, welche die in die Trocknerkabine eingeführte Luft erhitzt;

15

sowie

20 ein Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, bei dem Luft erhitzt und die Gegenstände mit erhitzter Luft beaufschlagt werden.

Sowohl aus Umwelt- als auch aus Kostengründen wird dem Umgang mit Energie beim Trocknen von Gegenständen zunehmend Beachtung geschenkt. Insbesondere beim Trocknen von

25 großen, lackierten Gegenständen, wie beispielsweise Fahrzeugkarosserien, müssen erhebliche Energiemengen eingesetzt werden, so daß Energieeinsparungen zu erheblichen Kostenreduzierungen führen.

30 Bei bekannten Trocknern der eingangs genannten Art, wie sie insbesondere zum Trocknen von frisch lackierten Fahrzeugkarosserien verwendet werden, finden als Heizeinrichtung für die Trocknerluft thermische Nachverbrennungs vorrichtungen Verwendung. Diese thermischen Nachverbrennungs vorrichtungen tragen zur Energieeinsparung schon

insoweit bei, als sie der der Trocknerkabine entnommenen, kohlenwasserstoffhaltigen Luft durch Verbrennung ihren Energiegehalt entzieht und dabei diese Luft gleichzeitig reinigt.

05

Im allgemeinen reicht jedoch der Energiegehalt der Abluft der Trocknerkabine nicht aus, um die zur vollständigen Reinigung erforderliche Verbrennungstemperatur zu erreichen. Der zu entsorgende Trockner-Abluftstrom muß daher auf eine 10 zur vollständigen Oxidation der in der Trockner-Abluft enthaltenen organischen Bestandteile notwendige Temperatur aufgeheizt werden. Hierzu sind entsprechende Brennstoffe zuzuführen. Die heiße, die thermische Nachverbrennungsvorrichtung verlassende Luft wird nunmehr einem oder mehreren 15 Wärmetauschern zugeführt, indem sie einen Teil ihrer Wärmeenergie der in der Trocknerkabine umgewälzten Luft übergeben. Ein direktes Einleiten der Verbrennungsluft der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung in die Trocknerkabine ist wegen der unter Umständen die Qualität der 20 Lackoberfläche störenden in der Abluft noch vorhandenen bzw. entstehenden Fremdstoffe und der schlechteren Temperaturregelung zu vermeiden. Die aus der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung stammenden und in dem oder den Wärmetauschern abgekühlte Luft wird sodann mit einer 25 Temperatur dem Kamin zugeleitet, die sich nicht allzusehr von der im Inneren der Trocknerkabine herrschenden Temperatur unterscheidet. Typisch ist ein Wert von 160° C.

Obwohl mit diesen bekannten Trocknern bereits erhebliche 30 Energieeinsparungen erzielt werden, wird nach weiteren Möglichkeiten gesucht, Energie zu sparen. Außerdem bedeuten die Wärmetauscher, die aus den oben erwähnten Gründen eingesetzt werden müssen, einen verhältnismäßig hohen apparativen Aufwand.

35

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen bei geringerem apparativem Aufwand mit geringerem Einsatz an Primärenergie getrocknet werden kann.

05

Diese Aufgabe wird, was die Vorrichtung angeht, dadurch gelöst, daß

10 c) die Heizeinrichtung mindestens eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle umfaßt, deren Prozess-Abluft der Trocknerkabine als heiße Luft zuführbar ist;

15

d) eine Steuerung vorgesehen ist, welche
da) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle ungeachtet der von ihr erzeugten elektrischen Energie so betreibt, daß die von ihr erzeugte thermische Energie dem Bedarf in der Trocknerkabine entspricht;

20

db) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge anderen Verbrauchern zuführt.

25

Es ist bekannt, daß in Hochtemperatur-Brennstoffzellen zwei Arten von Energie, nämlich elektrische und thermische Energie anfallen. Ebenso bekannt ist, daß dann, wenn beide Arten von Energie verwendet werden können, ein Nutzungsgrad 30 der Primärenergie von bis zu 90 % erreicht werden kann.

Bisher wurden die Hochtemperatur-Brennstoffzellen allerdings primär in der Absicht eingesetzt, so viel wie möglich elektrische Energie zu erzeugen; für die thermische Energie, die sich dabei zwangsläufig ergab, wurden dann geeignete 35 Verbraucher gesucht. Wo es solche Verbraucher nicht gab,

ging die thermische Energie verloren.

Erfindungsgemäß wird dieses bekannte Konzept, Hochtemperatur-Brennstoffzellen zu betreiben, auf den Kopf gestellt:

05 Für den Einsatz bei Trocknern wird die Brennstoffzelle primär als Heizeinrichtung betrachtet, welche zur Erhitzung der Trocknerluft thermische Energie liefert. Dementsprechend wird die Hochtemperatur-Brennstoffzelle auch entsprechend dem Bedarf an thermischer Energie in der Trocknerkabine betrieben. Dabei ist es zunächst unerheblich, wieviel elektrische Energie in diesem Zusammenhang zwangsläufig mit anfällt. Für diese elektrische Energie gilt nunmehr das Prinzip, daß sich immer Verbraucher finden, denen diese elektrische Energie zuführbar ist. Dies

10 fällt umso leichter, als elektrische Energie eine höherwertige Energieform ist, die vielseitiger einsetzbar ist als thermische Energie.

15

Für die Verwertung der anfallenden elektrischen Energie

20 wird vorteilhaft die folgende Philosophie befolgt: Die Steuerung setzt die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle primär für zur Anlage selbst gehörende elektrische Verbraucher und sekundär für außerhalb der Anlage befindliche elektrische Verbraucher ein. Auf diese Weise wird die Anlage hinsichtlich der elektrischen Energie weitgehend autark. Da der Bedarf an thermischer Energie in Trocknern sehr hoch sein kann, wird in vielen Fällen mehr elektrische Energie erzeugt, als die Verbraucher in der Anlage selbst abnehmen können. Erst diese überschüssige

25

30 Energie wird dann an Verbraucher außerhalb der Anlage selbst abgeführt.

Sollte die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erzeugte thermische Energie insbesondere beim Anfahren der Anlage,

35 nicht ausreichen, muß aus dem elektrischen Netz nachge-

speist werden.

Innerhalb der Anlage selbst wird die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle primär für die der

05 Wärmeerzeugung dienenden elektrischen Verbraucher, z. B. für Infrarot-Strahler, und erst sekundär für andere elektrische Verbraucher, z. B. elektrische Antriebe, eingesetzt.

10 Auch dieses Prinzip spiegelt wieder, daß erfindungsgemäß die Hochtemperatur-Brennstoffzelle als Quelle thermischer Energie betrachtet wird. Soweit also elektrische Energie überschüssig ist, kann diese zur Erwärmung der zu trocknenden Gegenstände verwendet werden, was wiederum

15 den Bedarf an erhitzter Luft reduziert. Die Brennstoffzelle kann dann insgesamt mit geringerer Leistung betrieben werden, wenn ein möglichst autarker Betrieb der gesamten Anlage angestrebt wird.

20 Wenn nach dem Speisen der der Wärmeerzeugung dienenden elektrischen Verbraucher der Anlage noch elektrische Energie übrigbleibt, wird diese für elektrische Antriebe möglichst innerhalb der Anlage selbst, also beispielsweise für die Motoren von verwendeten Gebläsen oder auch von

25 Fördereinrichtungen verwendet.

Erst wenn die elektrische Energie innerhalb der Anlage selbst nicht verbraucht werden kann, wird bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen

30 Anlage die überschüssige Energie primär einem Energiespeicher und sekundär dem allgemeinen elektrischen Netz zugeführt. Als Energiespeicher kommen sowohl eine Batterie als auch eine Elektrolyseeinrichtung zur Erzeugung von Wasserstoff in Betracht. Auch die Energiespeicher erhöhen

35 die Autarkie der Anlage, da ihnen in Phasen, in denen

die elektrische und/oder thermische Leistung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle nicht ausreicht, Energie entnommen werden kann.

- 05 Bei bekannten Anlagen der eingangs genannten Art wurden, wie oben schon erwähnt, thermische Nachverbrennungsvorrichtungen eingesetzt, um die erheblichen Energiemengen, die benötigt werden, zu gewinnen und gleichzeitig die Trockner-Abluft zu reinigen. Da bei erfundungsgemäßen
- 10 Anlagen die erhitzte Trocknerluft jedenfalls zum überwiegenden Anteil aus der Hochtemperatur-Brennstoffzelle stammt, kann zum Reinigen der die Trockenkammer verlassenden kohlenwasserstoffhaltigen Luft eine regenerative Nachverbrennungsvorrichtung vorgesehen werden. Diese
- 15 führt den Reinigungsvorgang mit geringerem Energieaufwand als eine thermische Nachverbrennungsvorrichtung durch. Die hierbei freiwerdende überschüssige thermische Energie reicht zum Betrieb des Trockners nicht aus.
- 20 Gleichwohl kann es nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sinnvoll sein, einen Wärmetauscher vorzusehen, in welchem ein Wärmetausch zwischen der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung entnommener heißer Luft und der Außenatmosphäre entnommener und
- 25 der Trocknerkabine zugeührter Luft stattfindet. In diesem Wärmetauscher wird also dem die regenerative Nachverbrennungseinrichtung verlassenden, nur noch eine geringe Temperatur aufweisendem Gas, noch weitere Wärme entnommen, um sie der Nutzung innerhalb der Trocknerkabine 30 zuzuführen.

Die o. g. Aufgabe wird, was das Verfahren zum Trocknen von Gegenständen angeht, dadurch gelöst, daß

- 35 a) als heiße Luft die Prozess-Abluft einer Hochtemperatur-

Brennstoffzelle verwendet wird;

- b) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle ungeachtet der dabei erzeugten elektrischen Energie entsprechend dem Bedarf an thermischer Energie bei dem Trocknervorgang betrieben wird;
- c) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge elektrischen Verbrauchern zugeführt wird.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen sinngemäß den o. g. Vorteilen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die ebenfalls ihr Analogon in oben schon erläuterten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung finden, sind in den Ansprüchen 8 bis 12 angegeben.

Da beim erfindungsgemäßen Verfahren im allgemeinen elektrische Energie zur freien Verfügung steht, macht es Sinn, nach Erreichen der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle zumindest teilweise das Brenngas durch elektrische Energie zu erhitzten. Dadurch erhöht sich der thermische Wirkungsgrad. Die Austrittstemperatur der Prozess-Abluft erhöht sich so auf etwa 600° C.

Wo in der Trocknerkabine eine Inertatmosphäre benötigt wird, insbesondere bei der Verarbeitung von UV-härtenden Lacken, kann die Prozess-Abluft der Hochtemperatur-Brennstoffzelle direkt die Inertatmosphäre bilden. Sie ist von Hause aus hinreichend sauber und besteht insbesondere bei Verwendung von Erdgas als Brenngas nahezu ausschließlich

aus Kohlendioxid, das bei der Aushärtung von UV-Lacken eine wichtige Rolle spielt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend
05 anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Figur 1 schematisch eine Anlage zum Trocknen von Fahrzeug-
karosserien;

10 Figur 2 etwas detaillierter eine in der Anlage der Figur
1 enthaltene Hochtemperatur-Brennstoffzelle
sowie deren nächste Umgebung;

15 Figur 3 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsge-
mäßen Anlage.

Die in der Zeichnung dargestellte Anlage zum Trocknen
von Fahrzeugkarosserien umfaßt als zentrale Komponente
die eigentliche Trocknerkabine 1, die durch eine Trenn-
wand 2 in eine Vorerwärmungszone 3 und eine Haupt-Trock-
nungszone 4 unterteilt ist. Die frisch lackierten Fahrzeug-
karosserien werden mit Hilfe eines nicht dargestellten
Fördersystems zunächst in die Vorerwärmungszone 3 einge-
bracht und dort durch die kombinierte Wirkung einer
25 über eine Leitung 5 eingebrachten Heißluft und elektrisch
betriebener Infrarotstrahler 6 auf eine Temperatur von
etwas unter 100° C gebracht. Dabei wird der größte Teil
des Lösemittels ausgetrieben. Die stark lösemittelhaltige
Luft wird über eine Leitung 7 der Trocknerkabine entnommen
30 und einer weiter unten beschriebenen Nachbehandlung
zugeführt.

Die so vorerwärmten Fahrzeugkarosserien gelangen sodann
in die Haupttrocknungszone 4, die ihrerseits nocheinmal
35 in eine Aufwärm- und eine Haltezone unterteilt sein kann.

Durch die im Vergleich zur Vorerwärmungszone 3 größere Länge der Haupttrocknungszone 4 wird angedeutet, daß sich die Fahrzeugkarosserien in der Haupttrocknungszone 4 länger als in der Vorerwärmungszone 3 befinden. Bei einem 05 kontinuierlichen Durchlaufverfahren spiegeln sich diese unterschiedlichen Behandlungszeiten in unterschiedlichen Anlagenlängen wieder.

Innerhalb der Haupttrocknungszenen 4 werden die Fahrzeug- 10 karosserien zum einen mit heißer Luft, die ebenfalls über die Leitung 5 zugeführt wird, zum anderen aber mit Prozess-Abluft, die über Leitungen 8 eingespeist wird, auf eine Temperatur von 180° C gebracht. Die heiße Luft innerhalb des Haupttrocknerabschnitts 4 wird zur gleich- 15 mäßigen Erwärmung mit Hilfe von Gebläsen 9 umgewälzt. Bei der geschilderten Temperatur entweichen die restlichen Lösemittel aus dem Lack auf den Fahrzeugkarosserien; der Lack wird ausgehärtet.

20 Zur Erzeugung der über die Leitungen 8 in den Haupttrockner- abschnitt 4 eingespeisten heißen Prozess-Abluft werden eine oder mehrere Hochtemperatur-Brennstoffzellen 10 eingesetzt. Derartige Hochtemperatur-Brennstoffzellen 10 können mit praktisch allen kohlenwasserstoffhaltigen Brenngasen 25 betrieben werden, insbesondere mit Erdgas aber auch Biogas, Klärgas, Deponegas oder sonstigen industriellen Restgasen, wie sie auch in der Lackiertechnik anfallen. Das Brenngas wird der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 über die Leitung 21 zugeführt. Es wird dort mit Hilfe einer elektrischen Heizvorrichtung 22 (vgl. Figur 2) 30 auf Betriebstemperatur gebracht. Die Heizvorrichtung 22 wird während des Anfahrens der Anlage aus Fremdstrom gespeist und nach Erreichen der Betriebstemperatur mit dem von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 selbst 35 erzeugten Strom betrieben. Dies deshalb, weil elektrische

Energie im allgemeinen im Überschuß vorhanden ist, während die thermische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 möglichst vollständig der Trocknerkabine 1 zugeführt werden sollte.

05

Die zur Verbrennung erforderliche Luft wird über eine mit der Außenatmosphäre verbundene Leitung 23, in der eine steuerbare Klappe 24 liegt, zugeführt.

10 Im Inneren der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 herrscht eine Temperatur von etwa 650° . Es entsteht eine Prozess-Abluft, die mit einer Temperatur von etwa 600° C die Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 verläßt. Diese Prozess-Abluft ist praktisch frei von Verunreinigungen, so daß

15 sie über die Leitungen 8 ohne Zwischenschalten eines Wärmetauschers direkt in die Trocknerkabine 1 eingegeben werden kann, wo eine Temperatur von etwa 180° C eingestellt wird. Werden in der Trocknerkabine 1 UV-härtende Lacke verarbeitet, so kann die hierfür erforderliche In-

20 eratmosphäre direkt von der Prozess-Abluft gebildet werden, die insbesondere bei der Verwendung von Erdgas als Brenngas weit überwiegend aus Kohlendioxid besteht.

Knapp 60 % der gesamten Energie fällt als elektrische
25 Energie, reichlich 40 % als thermische Energie an.

Bevor auf die Verwendung der verschiedenen Energiearten und die hierfür eingesetzte Steuerung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 eingegangen wird, sei zunächst die
30 Beschreibung der gesamten Anlage zu Ende geführt:

Die die Trocknerkabine 1 über die Leitung 7 verlassende, stark lösemittelhaltige Abluft wird zunächst einer regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung 11 zugeführt, in
35 welcher die organischen Verunreinigungen verbrannt, die

Abluft somit gereinigt wird. Diese gereinigte, etwa 230° C heiße Abluft wird mit Hilfe eines Gebläses 12 einem Kamin 13 entweder direkt oder auf dem Umweg über einen Wärmetauscher 14 zugeleitet. Die heiße gereinigte Luft 05 gibt dort einen Teil ihrer Wärme an Atmosphärenluft von etwa 20° C ab, die mit Hilfe eines weiteren Gebläses 15 angesaugt, durch den Wärmetauscher 14 hindurchgedrückt und sodann über die oben schon erwähnte Leitung 5 in die Trocknerkabine 1 mit einer Temperatur von etwa 180° C 10 eingebracht wird. Die Leitung 5 führt weiter zu einer steuerbaren Klappe 25 und mündet zwischen der Klappe 24 und der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 in die Leitung 24. Durch Einstellen der Klappen 24 und 25 können ersichtlich die Menge und die Temperatur der 15 der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 zugeleiteten Luft bestimmt werden.

Das Energiemanagement der gesamten Anlage erfolgt mit Hilfe einer elektronischen Steuerung in folgender Weise:

20 Die primäre Steuergröße ist der Bedarf an thermischer Energie, der in der Haupttrocknerzone 4 benötigt wird. Die Brennstoffzelle 10 wird so betrieben, daß die erforderliche thermische Energie erzeugt und die entsprechenden Mengen erhitzter Abluft über die Leitungen 8 in die Haupttrocknerzone 4 eingegeben werden können. Dabei wird auf die gleichzeitig anfallende elektrische Energie keine Rücksicht genommen. Mit dieser wird wie folgt verfahren: Zunächst werden über die Leitung 18 diejenigen 25 elektrischen Verbraucher der Anlage selbst versorgt, die der Wärmegewinnung dienen, insbesondere also den Infrarotstrahlern 6 und die elektrische Heizeinrichtung 22. Überschüssige elektrische Energie wird über die Leitungen 17 den innerhalb der Anlage vorhandenen Gebläsen 30 12, 15 zugeleitet. Bei üblichen Trockneranlagen verbleibt 35

auch jetzt noch überschüssige elektrische Energie, mit welcher über die Leitung 19 elektrische Antriebe, z. B. des die Fahrzeugkarosserien transportierenden Förderers, versorgt werden. Verbleibt dann noch elektrische Energie,
05 wird diese über die Leitung 20 entweder in das elektrische Netz abgegeben oder zwischengespeichert, beispielsweise in Form einer elektrolytischen Wasserstofferzeugung.

Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsveispiel einer
10 Trockneranlage unterscheidet sich von dem oben anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen nur dadurch, daß keine Nachverbrennungsvorrichtung und kein diesem nachgeschalteter Wärmetauscher, der Wärme von der die regenerative Nachverbrennungsvorrichtung verlassenden Luft auf die aus
15 der Außenatmosphäre angesaugte Luft überträgt, vorgesehen sind. Statt dessen mündet die Leitung 5 über eine steuerbare Klappe 28 in die zum Kamin 13 führende Leitung 26; die Leitung 27, über welche Frischluft angesaugt wird, enthält ebenfalls eine steuerbare Klappe 29 und mündet zwischen
20 dem Gebläse 15 und der Leitung 26 in die Leitung 5. Über die Klappen 28 und 29 lassen sich ersichtlich Menge und Temperatur der der Trocknerkabine 1 zugeführten Luft bestimmen.

Patentansprüche

=====

05

1. Anlage zum Trocknen von Gegenständen mit
 - a) einer Trocknerkabine, die mindestens einen Abschnitt aufweist, in welchem die Gegenstände heißer Luft ausgesetzt sind;

10

- b) einer Heizeinrichtung, welche die in die Trocknerkabine eingeführte heiße Luft erhitzt;

15 dadurch gekennzeichnet, daß

20

- c) die Heizeinrichtung mindestens eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) umfasst, deren Prozess-Abluft der Trocknerkabine (1) als heiße Luft zuführbar ist;

25

- d) eine Steuerung vorgesehen ist, welche
 - da) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) ungetrennt der von ihr erzeugten elektrischen Energie so betreibt, daß die von ihr erzeugte thermische Energie dem Bedarf in der Trocknerkabine (1) entspricht;

30

- db) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge anderen elektrischen Verbrauchern zuführt.

35

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung die elektrische Energie der Hochtempe-

ratur-Brennstoffzelle (10) primär für zur Anlage selbst gehörende elektrische Verbraucher (6, 12, 15) und sekundär für außerhalb der Anlage befindliche elektrische Verbraucher einsetzt.

05

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) innerhalb der Anlage selbst primär für die der Wärmeerzeugung dienenden elektrischen Verbraucher (6), z. B. für Infrarotstrahler, und sekundär für andere elektrische Verbraucher, z. B. elektrische Antriebe, einsetzt.

10
15

4. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, durch gekennzeichnet, daß die Steuerung die überschüssige, nicht in der Anlage selbst verbrauchte elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) primär einem Energiespeicher und sekundär dem allgemeinen elektrischen Netz zuführt.

20

5. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine regenerative Nachverbrennungsvorrichtung (11) vorgesehen ist, welcher der Trockenkammer (1) entnommene kohlenwasserstoffhaltige Luft zur Reinigung zugeführt wird.

25
30

6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wärmetauscher (14) vorgesehen ist, in welchem ein Wärmetausch zwischen der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung (11) entnommener heißer Luft und der Außenatmosphäre entnommener und der Trocknerkabine (1) zugeführter Luft stattfindet.

35

7. Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, bei dem Luft erhitzt und die Gegenstände mit der erhitzten

Luft beaufschlagt werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

05 a) als heiße Luft die Prozess-Abluft einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) verwendet wird;

10 b) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) ungeachtet der dabei erzeugten elektrischen Energie entsprechend dem Bedarf an thermischer Energie für den Trocknungsvorgang betrieben wird;

15 c) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge elektrischen Verbrauchern zugeführt wird.

20 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) primär für zur Anlage selbst gehörende elektrische Verbraucher (6, 12, 15) und sekundär für außerhalb der Anlage befindliche elektrische Verbraucher verwendet wird.

25 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle innerhalb der Anlage selbst primär für die der Wärmeerzeugung dienende elektrischen Verbraucher, z. B. für Infrarot-Strahler und sekundär für andere elektrische Verbraucher, z. B. elektrische Antriebe, verwendet wird.

30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die überschüssige, nicht in der Anlage selbst verbrauchte elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) primär einem Ener-

giespeicher und sekundär dem allgemeinen elektrischen Netz zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Trocknen entstehende kohlenwasserstoffhaltige Luft regenerativ nachverbrannt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Nachverbrennen erhitzte Luft zur Erwärmung von Luft verwendet wird, die der Außenatmosphäre entnommen und dem Trocknungsvorgang zugeführt wird.

15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erreichen der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle (10) das Brenngas zumindest teilweise durch von der Brennstoffzelle (10) selbst gelieferte elektrische Energie erwärmt wird.

20 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozess-Abluft der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) in der Trocknerkabine (1) eine Inertatmosphäre bildet.

Zusammenfassung

=====

05

Eine Anlage zum Trocknen von Gegenständen weist in bekannter Weise eine Trocknerkabine (1) auf, in welcher die Gegenstände heißer Luft ausgesetzt sind. Als heiße Luft wird die Prozess-Abluftluft einer Hochtemperatur-
10 Brennstoffzelle (10) verwendet, die direkt in die Trocknerkabine (1) eingebracht wird. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) wird dabei entsprechend dem Bedarf an thermischer Energie für den Trocknungsvorgang betrieben; in welchem Ausmaße dabei auch elektrische Energie anfällt,
15 bleibt für die Steuerung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) außer Betracht; elektrische Verbraucher für diese elektrische Energie lassen sich stets finden. Ergebnis ist eine Anlage und ein Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, das mit geringem apparativen Aufwand auskommt
20 und einen sehr hohen Energienutzungsgrad aufweist.

02.10.04

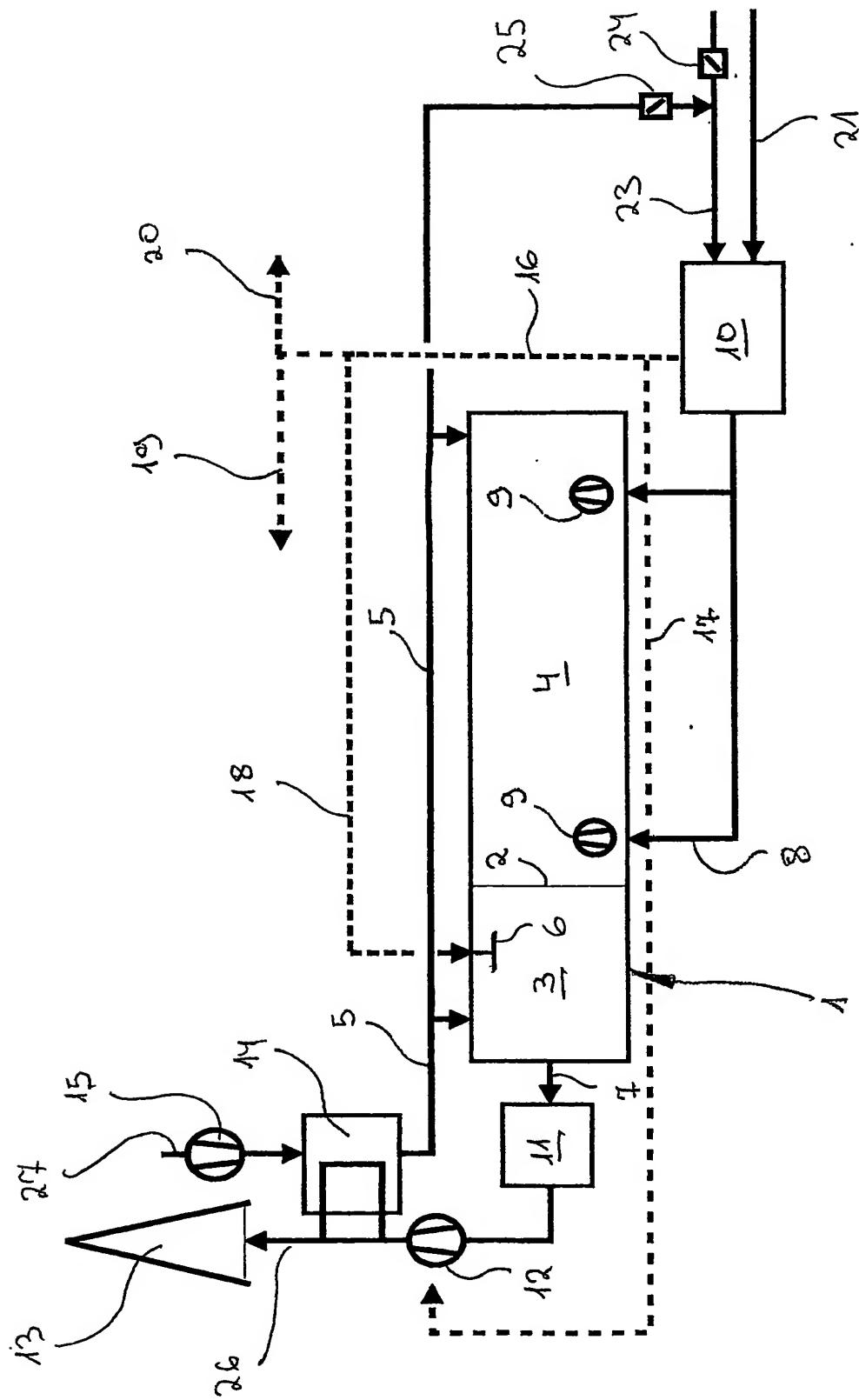


Fig. 1

02.10.04

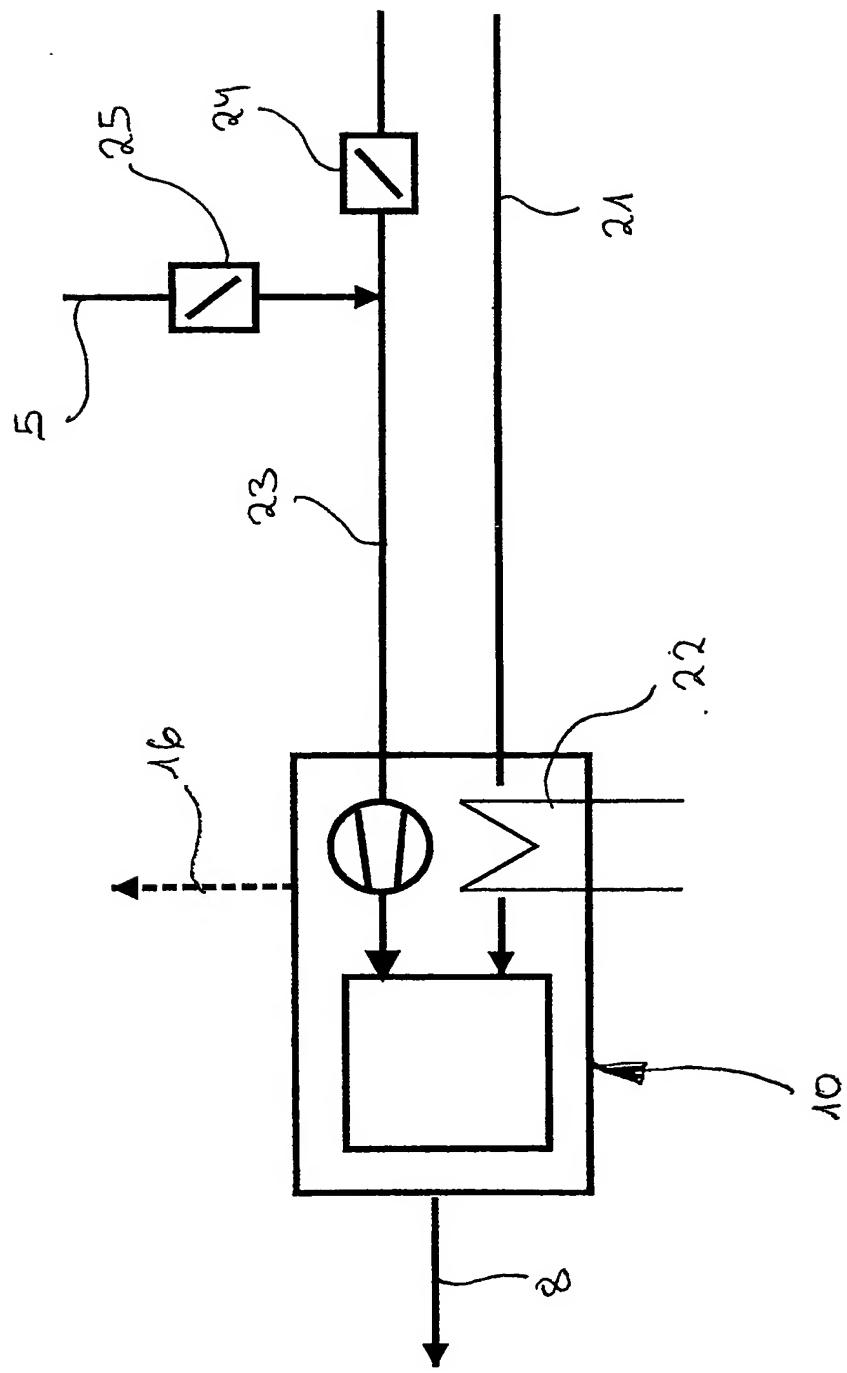
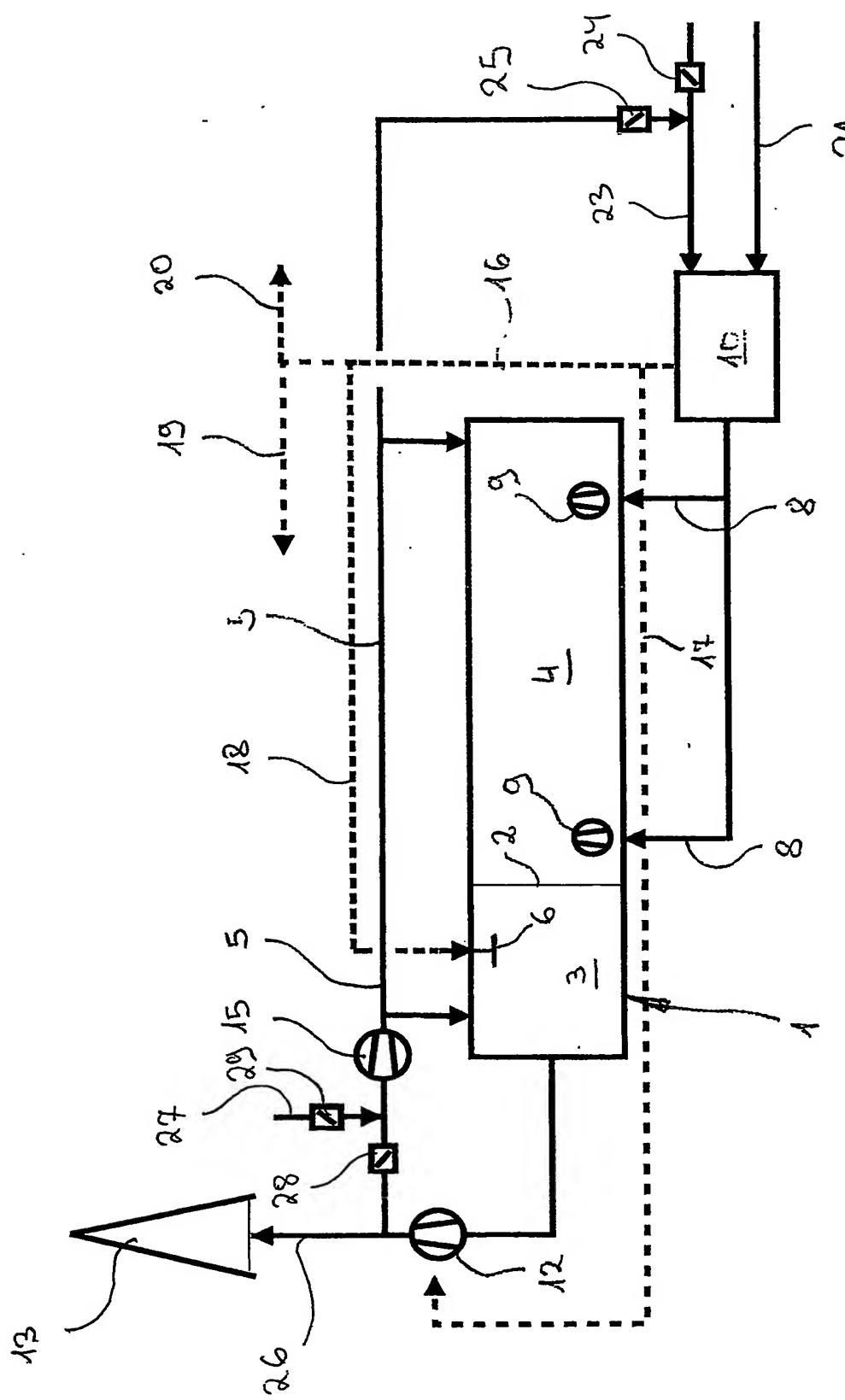


Fig. 2

02:10:04



८१